

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Медичний факультет

**Особливості біологічного зворотнього
зв'язку на основі частоти
метрономізованого дихання та
параметрів варіабельності серцевого
ритму у здорових добровольців при
старті з вікової фізіологічної норми**

С.А.С. Бєлал, К.І. Лінська

**Наукові керівники: к.м.н., доц. О. Л. Кулик;
д.м.н., проф. М. І. Яблучанський; д.ф.- м.н., проф. О. В. Мартиненко**

Актуальність теми

- **Стан регуляторних систем визначає стан здоров'я та якість життя людини.**
- **Варіабельність серцевого ритму (ВСР) є потужним неінвазивним методом дослідження стану фізіологічних систем.**
- **Метрономізоване дихання - ефективний засіб впливу на параметри ВСР, і, таким чином, на стан регуляторних систем організму.**
- **Оптимальний вплив метрономізованого дихання на параметри ВСР задається біологічним зворотнім зв'язком.**
- **Закономірності впливу метрономізованого дихання на стан регуляторних систем організму людини недостатньо досліджені.**

Мета дослідження:

Дослідити основні закономірності зміни стану регуляторних систем організму людини в контурах біологічного зворотнього зв'язку за допомогою метрономізованого дихання при старті з вікової фізіологічної норми і під контролем параметрів ВСР.

Об'єкт дослідження:

**14 здорових добровольців у віці від 18 до 26 років
(5 чоловіків та 9 жінок).**

Методи дослідження:

Всім досліджуваним за допомогою комп'ютерного діагностичного комплексу «CardioLab 2009» проводили моніторні записи довжин R-R-інтервалів ЕКГ в першому стандартному відведенні тривалістю 7 хвилин.

Частота дихання задавалася програмою «Biofeedback» починаючи з вікової фізіологічної норми, а потім адаптивно змінюючись залежно від параметрів ВСР.

Методи дослідження:

Серед параметрів ВСР оцінювалась потужність:

- повільних (V) частот (0,0033-0,05 Гц), переважно зв'язаних з терморегуляцією, гуморальною та симпатичною ланкою вегетативної нервової регуляції;
- середніх (L) частот (0,05-0,15 Гц), переважно зв'язаних з симпатичною і парасимпатичною ланками;
- швидких (H) частот (0,15 Гц - 0,40 Гц), переважно зв'язаних з парасимпатичною ланкою вегетативної нервової регуляції.

Параметри ВСР були перетворені в двовимірну координатну площину L/H та $V/(L+H)$, які відповідають симпатовагальному та нейрогуморальному балансам регуляції.

Методи дослідження:

-Для початку відліку вибиралися значення індивідуальної фізіологічної норми, що дозволяло оцінити відстань D від поточного до оптимального стану параметрів ВСР людини.

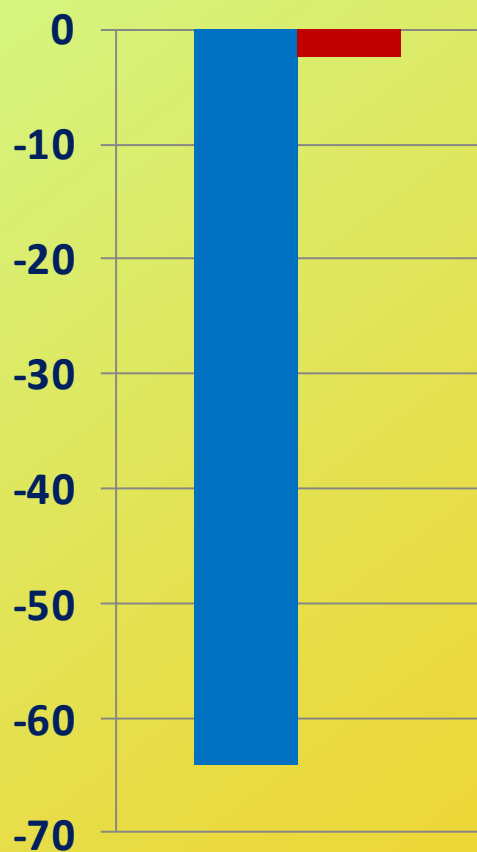
-Для досягнення оптимального стану параметрів ВСР використовувався алгоритм оптимального керування частотою дихання досліджуваного, котрий складався з пошуку найменшого значення D у просторі регуляцій на заданих дискретних частотах дихання.

Методи дослідження:

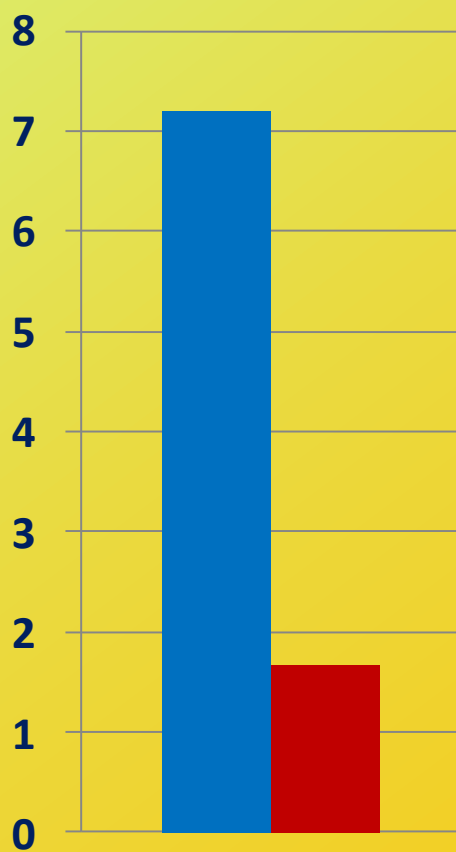
- Про стан регуляторних систем досліджуваного на протязі сеансів біологічного зворотнього зв'язку судили за показниками оптимальності (O), чутливості (S), ефективності (E) та індексу якості біологічного зворотнього зв'язку (BQI). Показники оцінювались в цілому і за кожною з координат його фазового простору.
- Обробка результатів досліджень проводилася в програмах «Microsoft Excel 2003», STATISTICA 9.0, MathCAD 13.

Результати та обговорення:

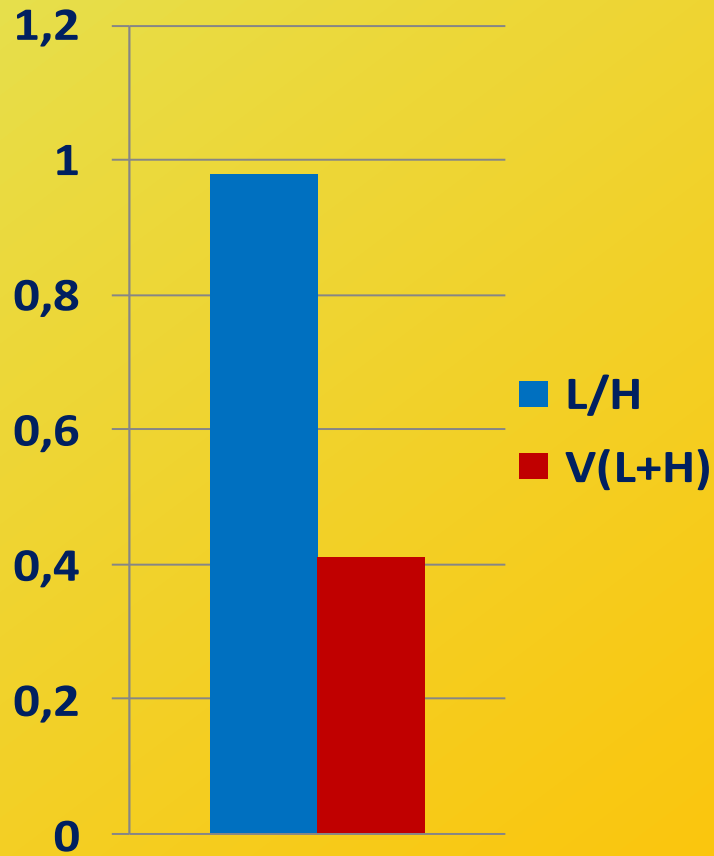
Середні значення О, S, E показників L/H и V/(L+H) у здорових добровольців



Оптимальність



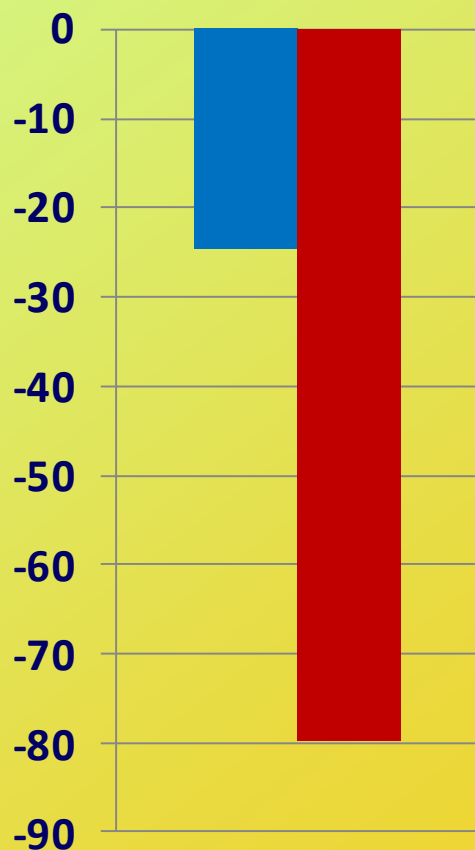
Чутливість



Ефективність

Результати та обговорення:

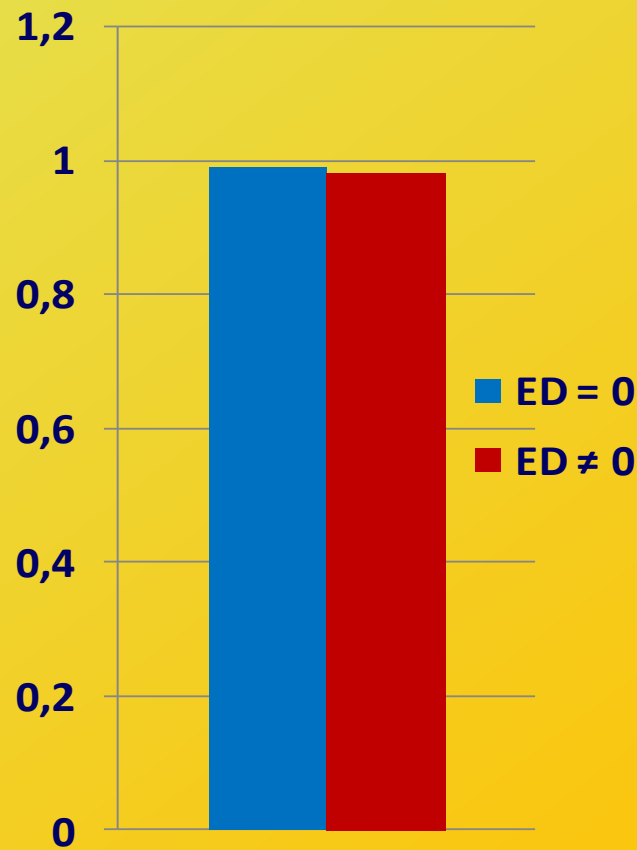
Середнє значення O, S, E показників L/H в групах записів з відсутністю ($E^D = 0$) та наявністю ($E^D \neq 0$) наближення параметрів ВСР до фізіологічно оптимальному стану



Оптимальність



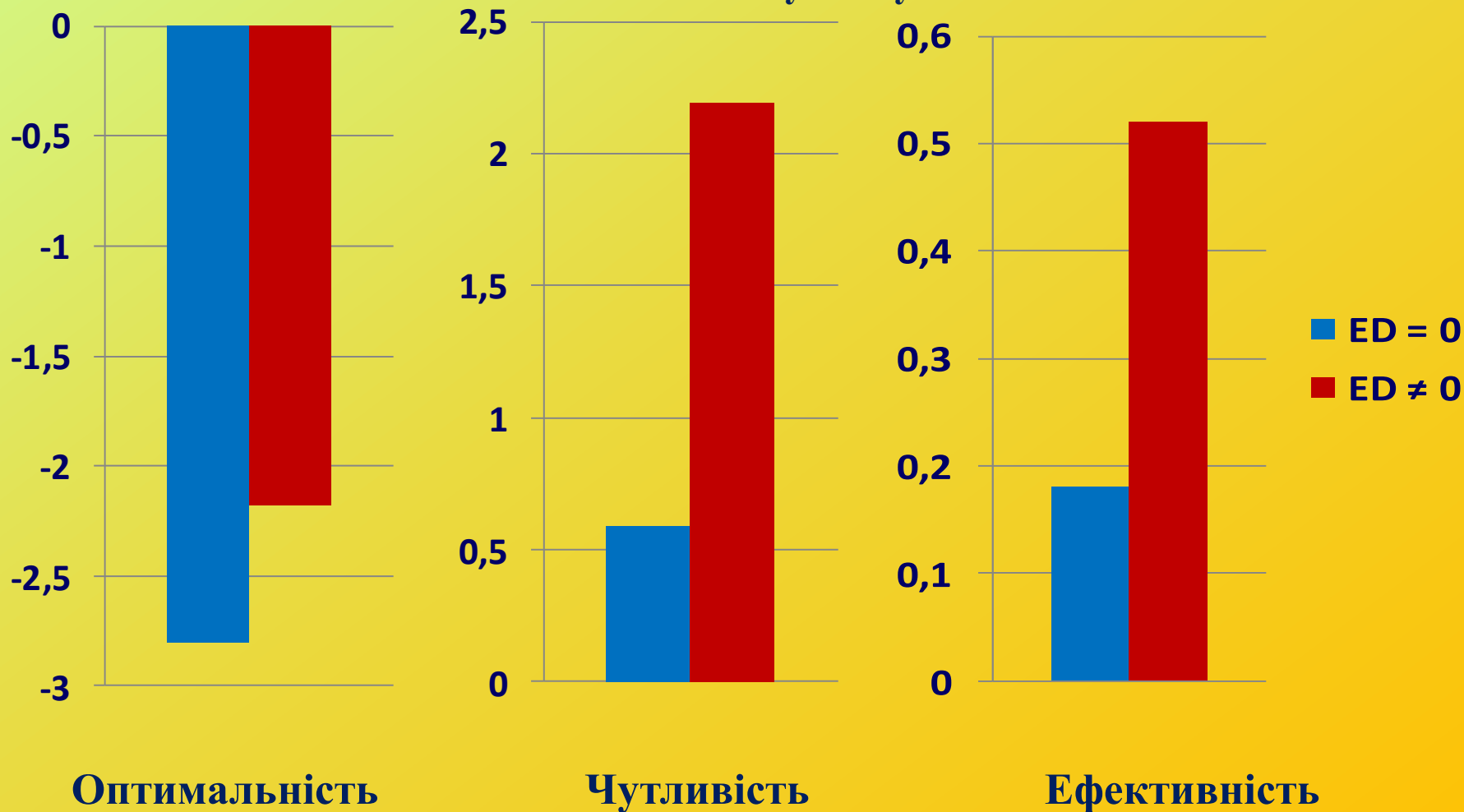
Чутливість



Ефективність

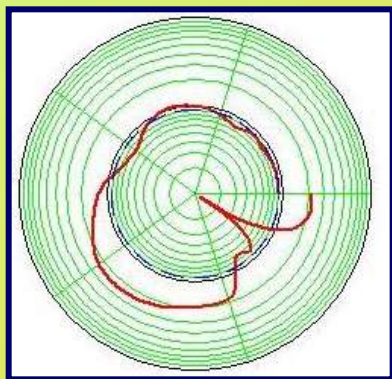
Результати та обговорення:

Середнє значення O , S , E показників $V/(L+H)$ в групах записів з відсутністю ($E^D = 0$) та наявністю ($E^D \neq 0$) наближення параметрів ВСП до фізіологічно оптимальному стану

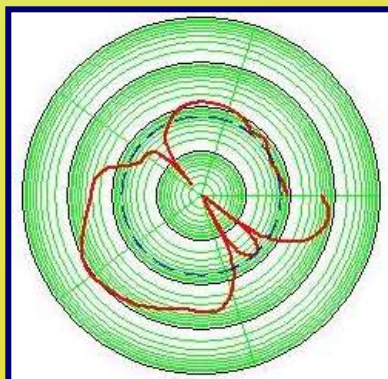


Результати та обговорення:

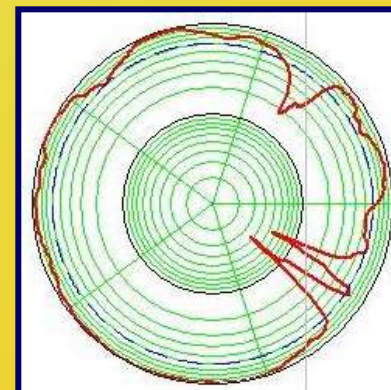
Приклад гарної ефективності біологічного зворотнього зв'язку по L/H



a



b



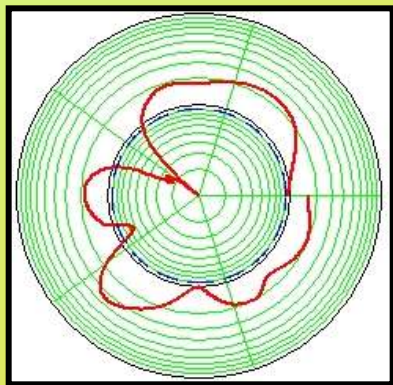
c

O^D	-5,05	$O^{L/H}$	-45,44	$O^{V/(L+H)}$	-1,53
S^D	3,01	$S^{L/H}$	6,93	$S^{V/(L+H)}$	3,32
E^D	0,87	$E^{L/H}$	0,99	$E^{V/(L+H)}$	0,95

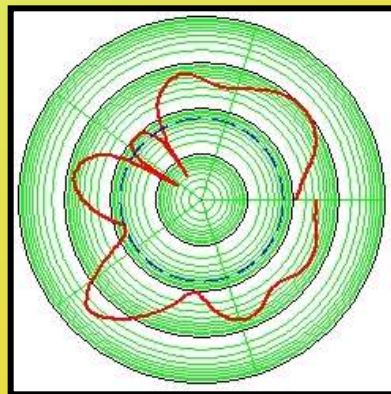
Досліджувана 5, (ж., 20 років). Застосування біологічного зворотнього зв'язку успішне. Ефективність алгоритму керування метрономізованим диханням, досягається за рахунок високої ефективності адаптивної регуляції симпатовагального балансу, це відбувається завдяки високій чутливості цієї гілки регуляції.

Результати та обговорення:

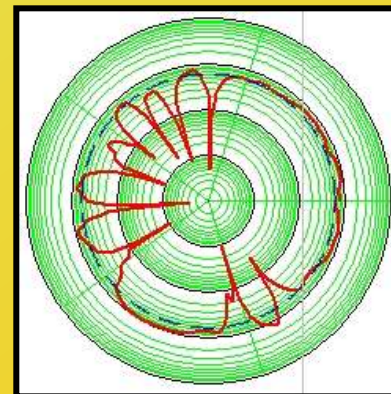
Приклад гарної ефективності біологічного зворотнього зв'язку по $V/(L+H)$



a



b



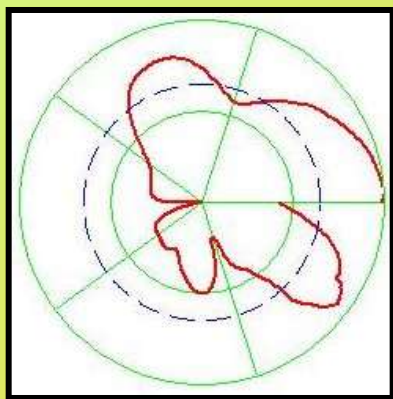
c

$O^{L/H}$	-11,09	$O^{L/H}$	-142,36	$O^{V/(L+H)}$	0,16
$S^{L/H}$	3,49	$S^{L/H}$	6,58	$S^{V/(L+H)}$	6,22
$E^{L/H}$	0,89	$E^{L/H}$	0,96	$E^{V/(L+H)}$	0,99

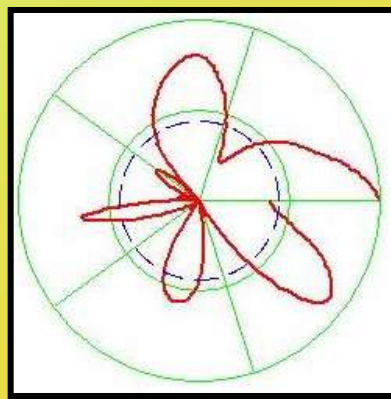
Досліджувана 2, (ж., 20 років). Застосування біологічного зворотнього зв'язку успішне. Ефективність алгоритму керування метрономізованим диханням, досягається за рахунок високої ефективності адаптивної регуляції нейрогуморального балансу, це відбувається завдяки високій чутливості цієї гілки регуляції.

Результати та обговорення:

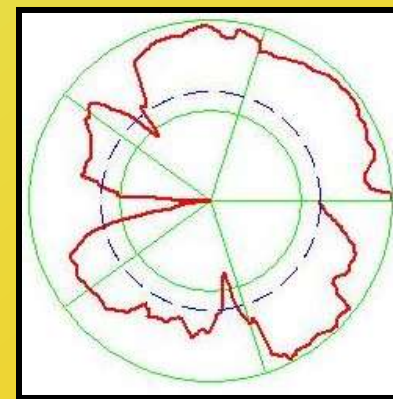
Приклад гарної ефективності біологічного зворотнього зв'язку по L/H та $V/(L+H)$



a



b



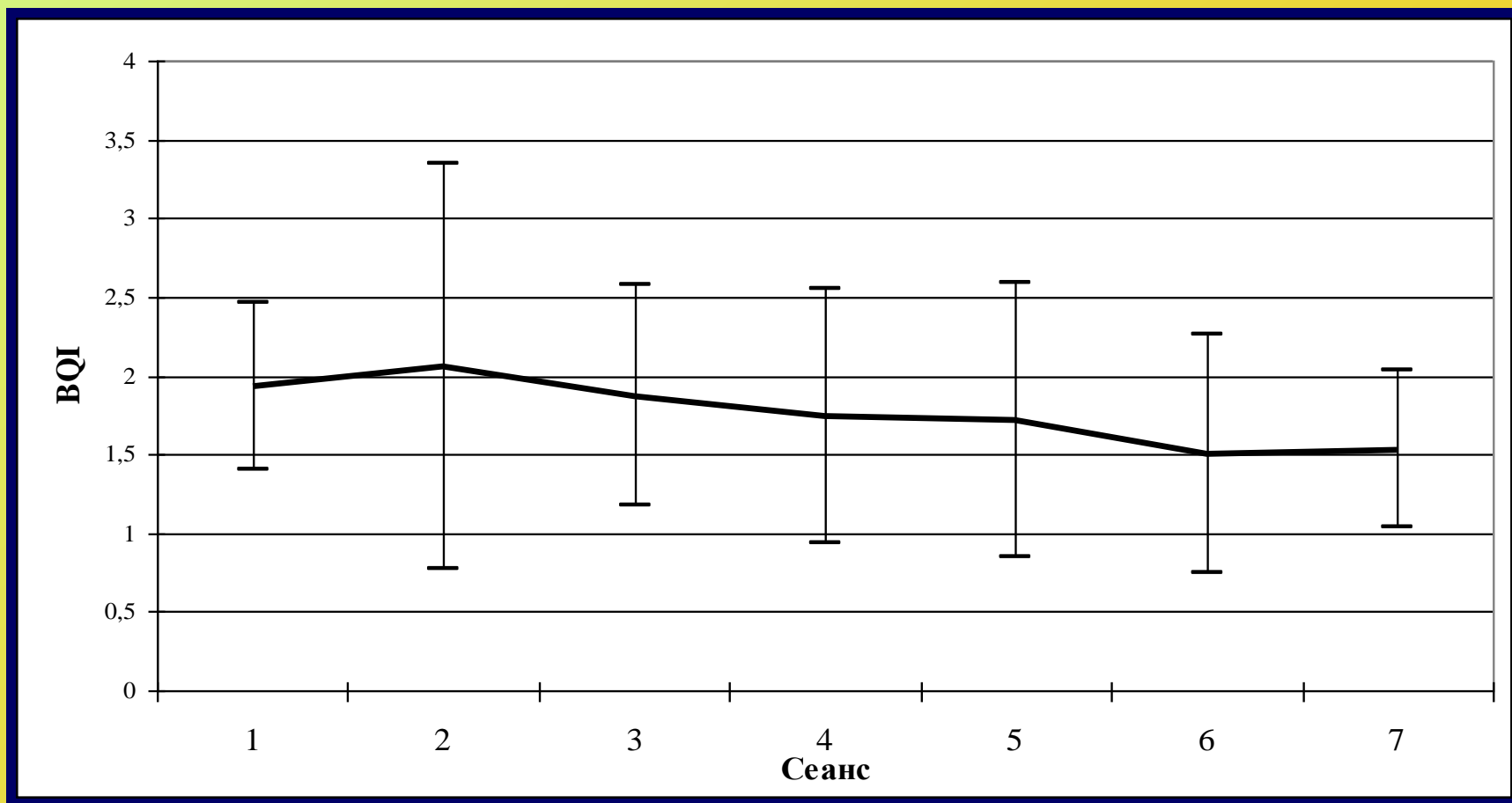
c

O^D	0,74	$O^{L/H}$	0,17	$O^{V/(L+H)}$	-1,57
S^D	0,89	$S^{L/H}$	8,32	$S^{V/(L+H)}$	7,91
E^D	0,59	$E^{L/H}$	0,99	$E^{V/(L+H)}$	0,99

Досліджувана 8, (ж., 20 років). Застосування біологічного зворотнього зв'язку успішне. Ефективність алгоритму керування метрономізованим диханням, досягається за рахунок високої ефективності симпатовагальної та нейрогуморальної гілок регуляції. Це відбувається завдяки високій чутливості обох гілок регуляції.

Результати та обговорення:

Зміни ВQІ для всіх досліджуваних за 7 сеансів біологічного зворотнього зв'язку



Висновки:

- Біологічний зворотній зв'язок на основі метрономізованого дихання та параметрів ВСР дозволяє впливати на регуляторні системи організму та може бути використаний в їх оцінці та контролі.
- В якості критеріїв оцінки стану та контролю регуляторних систем в біологічному зворотньому зв'язку на основі метрономізованого дихання та параметрів ВСР можуть бути використані параметри O , S , E як за їх відстанню від зони фізіологічних нормативів в цілому, так і в проекціях на координатні площини L/H та $V/(L+H)$, а також інтегральний показник BQI .

Висновки:

- В практичних цілях замість сукупності параметрів O, S, E доцільно використовувати інтегральний показник BQI, котрий дозволяє виявити ефект тренування системи регуляції при багаторазовому повторенні сеансів біологічного зворотнього зв'язку та його позитивного впливу на регуляторні системи.
- У здорових добровольців біологічний зворотній зв'язок в термінах змін частоти метрономізованого дихання та реакцій на нього параметрів ВСР характеризується високою адаптивністю і перебуває або в зоні фізіологічних нормативів, або близько до неї.

Дякую за увагу!

